

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Главные отрасли экономики – энергетика и информатика, информационные технологии. Энергия и информация – фундаментальные понятия, они связаны друг с другом. Эти связи исследовались физиками, а также специалистами в области математической кибернетики. Информатика, информационные технологии – основаны на математических моделях и методах. Однако можно успешно пользоваться информационными технологиями и компьютером, не вникая в модели. Это и характерно для большинства людей. Но люди с высшим экономическим образованием должны сознательно пользоваться аппаратом анализа моделей – математикой.

Другая сторона – применение экономико-математических методов в экономической теории. Почти все нобелевские лауреаты по экономике – математики. Я для примера назову нескольких: Леонтьев, Канторович, Эрроу, Нэш.

И правоведаы применяют информационные технологии. Но было бы преувеличением сказать, что роль математики в правоведении столь же велика, как и в экономике, хотя конкретные информационные технологии и в правоведении играют большую роль.

Итак, мы выяснили, что экономисты должны изучать математику в довольно большом объеме. Но какие именно дисциплины? И что они дают? Наши студенты на первых трех курсах достигают большой тренированности в математике и отвечают мировому уровню. Но затем на последующих курсах идут другие дисциплины, и эти качества теряются. Остаточные знания затухают. Мне кажется, что было бы полезным для дела преподавать математические дисциплины равномерно в течение всего обучения в университете.

Человек считает естественным свое место в обществе, свою работу. И соответственно – свой взгляд на мир. Математик тоже смотрит на все из своего места действия, он поневоле думает, что все разумные люди придерживаются примерно таких же его взглядов на выдающуюся роль математики в обществе, в экономике, и тем более в технике. Но не так наивны те, кто преподает математические модели и методы разным по составу аудиториям. Преподаватели вузов уже имеют более широкую точку зре-

ния. Они не абсолютизируют социальный статус математики, но, конечно, и не принижают ее роли. Правда, они имеют дело со студентами, которые по самой своей природе способны легко усваивать новые идеи. Если взять еще более широкие слои общества, то их мнение о математике – это во многих случаях просто чудовищное непонимание того, что математика все время развивается, что жизнь не остановилась на школьной алгебре, геометрии и тригонометрии. И это в то время, когда основное направление в экономике – это информационные технологии, которые основаны на самой высокой математике и требуют развития ее самых абстрактных направлений!

С наивным простонародным представлением о математике я в очередной раз столкнулся совсем недавно. Я ездил в Пермский университет, где с пониманием математики все нормально и хорошо. Зато по дороге, в поезде, где как обычно люди говорят вполне откровенно, один мой попутчик, деловой человек, техник – инженер, производственник, человек вполне знающий жизнь, сказал, что он думает так: математика давно изучила свой предмет. И надо только помнить эти основные элементарные формулы – площадь круга и тому подобное. Раньше это меня бы шокировало, но в этот раз я только спокойно напомнил ему о компьютерах и об информационных технологиях.

Одно из современных направлений в математических моделях – это «мягкие модели». Они избавляют от математического экстремизма. В Библии сказано: – Не паши поле твое до самого края. Я приведу простой пример, который использовал В. Арнольд. Жесткая модель развития науки, экономики, народонаселения, такова: $dx/dt = kx$. Решение этого уравнения – экспоненциальный рост науки, экономики, населения. Но это невозможно. Возникают факторы подавления роста – и более реальна мягкая модель: $dx/dt = k(x) x$. То, что коэффициент k зависит от x , смягчает выводы по этой модели, делает их реальными. И, например, если говорить о развитии науки, то сейчас мы видим подавление академической науки, что согласуется с мягкой моделью.

Более серьезная модель – оптимальное планирование производства при ограниченных ресурсах. Это жесткая модель. Нужна реалистическая мягкая модель, которую мы и разрабатываем, и применяем в конкретных задачах экономики. Для примера я назову очередную нашу задачу – прогнозирование производства на предприятиях Свердловской области. Уже никого из знатоков не удивляет, что в этой задаче мы применяем такие совре-

менные информационные технологии, как нейронные сети и обучающиеся алгоритмы распознавания.

В России – смешанная экономика. Смешанная скорее не в классическом смысле – как сочетающая рыночную и централизованную системы. Скорее в том смысле, что здесь имеется необычная смесь правового и неправового стилей жизни, жизни по законам и жизни «по понятиям». Смесь старых и новых социальных отношений. И так далее. И это обстоятельство дает нам новое поле исследования. Нужны смешанные стратегии. Нужна полная оперативность, полная готовность к возможным новым поворотам экономической действительности, это отвечает прагматическому взгляду на действительность. Нужен метод сценариев в прогнозировании. Нужны модели неформальных отношений. И уже есть модели коррупции, модели теневой экономики, они востребованы.

И поэтому работают новые конструкции теории игр – теории, описывающей стратегии в конфликтных ситуациях, стратегии компромиссов. Само понятие решения системы экономических уравнений и неравенств, которая может быть противоречивой, заменяется на более общее понятие размытого решения.

Приведу пример: система линейных неравенств, описывающая ограничения на ресурсы и на выпуск продукции, она, как правило, несовместна, и тогда здесь применяется так называемое комитетное решение, это обобщение понятия обычного решения, близкое к понятию размытого решения.

Нобелевский лауреат Джон Нэш, о котором недавно демонстрировался фильм «Игры разума», разрабатывал новые для своего времени разделы теории игр и теории равновесия. Сюда входят и некооперативные игры, и теория сделок для кооперативных игр. Нэш дал концепцию универсального решения для игр с произвольным количеством участников и произвольными предпочтениями игроков – отсюда – равновесие в смысле Нэша. Ни один участник не может улучшить свой выигрыш, если остальные рационально действующие игроки верно просчитывают свои стратегии. В области кооперативных игр Нэш предложил базовое решение по сделкам – что с математической точки зрения суть задачи на максимум и минимум.

Важна также теория распознавания образов, в ней рассматриваются неформализованные задачи и принятие решений на основе прецедентов. Современные задачи распознавания решаются в русле нейронных сетей.

Экономика, разумеется, крайне сложна – и как наука, и ещё более как действительность. В ней и для студентов, и для исследователя существуют много подводных камней. Но есть и краеугольные камни. Это, например, логика, эмпирическая индукция, информатика.

Один из краеугольных камней экономического образования – математика. Это довольно большая глыба, которая в свою очередь разбивается на солидные блоки, а именно: на дисциплины первой очереди и на базирующиеся на них дисциплины второй очереди (однако не второстепенные, а весьма глубокие и актуальные).

Дисциплины первой очереди: анализ, алгебра и геометрия, теория вероятностей и математическая статистика. Компьютеры и информатику упомянем отдельно, они совершенно необходимы практически – как необходимо умение читать и писать. И совершенно ясна необходимость изучения интернет-технологий в экономике. Для информатики сейчас нашли более подходящее название – компьютерные науки. Примеры дисциплин из этой области: компьютеры и компьютерные сети, пакеты прикладных программ, информационно-поисковые системы, офисные технологии.

Дисциплины второй очереди – неотъемлемая часть современного университетского образования экономистов. Сюда входят: математическая экономика – как строго формально обоснованный раздел экономической теории, открытый для дальнейшего творчества (ведь «окончательная» формализация экономики невозможна), далее экономико-математические методы, теория игр и коллективных решений, распознавание образов и нейронные сети в экономике, исследование операций в современном оформлении (управление запасами, методы в менеджменте и маркетинге, в логистике), эконометрика. Горячая область – финансовая математика, к ней сейчас проявляется повышенный интерес. Это расчет рисков и управление ими. Далее, это оптимальные портфели ценных бумаг, расчёты инвестиционных проектов. Актуарная математика: пенсионное и страховое дело. Важны автоматизированные системы бухгалтерского управления, технологии решения задач оптимального планирования и управления, компьютерные системы и сети. Налоговые и правовые экспертные системы.

Математическая экономика как экономическая теория, представленная в наиболее рационализированном виде, с привлечением строгой дедукции, в общей и достаточно абстрактной

теоретической форме изучает динамику и равновесие в процессах производства и распределения благ. Традиционный математический аппарат в этой сфере – выпуклый анализ, линейное и нелинейное программирование, реляционная алгебра (заметим, что линейная алгебра, так же как математический анализ и аналитическая геометрия, – это просто обиходный язык, на котором постоянно приходится говорить при изложении материала). Основные задачи экономики с абстрактной точки зрения представляются как математические задачи выбора и диагностики, оценки и прогнозирования ситуаций. Эти задачи осложнены наличием неформализованных факторов и противоречивости критериев выбора.

При современном состоянии теории и потребностях мониторинга реальных ситуаций в экономике необходимы информационные технологии обработки данных и знаний, автоматизация обнаружения эмпирических закономерностей, методы оптимального выбора и диагностики состояний экономических систем.

Динамика состояний сложных экономических систем часто является нелинейной, а ее прогнозирование в принципе неоднозначно. Дело в том, что эта динамика имеет неустойчивые тенденции, она генерируется взаимодействием противоречивых и часто неформализованных факторов. Поэтому мы рассматриваем нестационарные модели мониторинга, эффективного выбора вариантов и диагностики как адекватный аппарат для анализа и моделирования таких систем. Это модели динамики и равновесия, в которых ведущую роль играют понятия обобщенных решений для неформализованных и противоречивых задач математической классификации и оптимизации. Важна теория двойственности в оптимизации: она позволяет объективно исследовать ценности экономических факторов. Равновесие достигается через равновесные цены, складывающиеся на рынке. Но сходимость к ним медленная. И цены не успевают – возникает неравновесие.

Один из важнейших разделов экономической теории – пространственно-временное размещение и развитие человеческой деятельности. К пространственным аспектам прибегают, например, при решении производственно-транспортных задач. А если мы говорим о времени, то принципиально важно планировать будущее. Сюда относятся как задачи прогнозирования, так и многие задачи финансовой математики. С точки зрения математической экономики – как экономической теории – в сфере финансовой торговли нас интересуют динамика и равновесие состояний рын-

ка. Заметим, что с точки зрения общих моделей равновесие на финансовом рынке – того же типа, что и равновесие между фирмами и потребителями в модели Вальраса – Эрроу – Дебре. Только в список производимых и потребляемых благ попадают ещё и активы, за которыми стоят будущие продукты. При этом здесь велика роль неопределенности, так что речь идет об управлении рисками. Подходящий аппарат – теория стохастических игр.

В заключение отметим проблему: как относиться к математике в экономике – как к чисто инструментальной составляющей или как к разделу экономической теории. Здесь не надо быть экстремистом – ведь речь идет о взаимодействии представителей различных специальностей, и это тоже проблема равновесия. Как бы ни был увлечён своим предметом математик, он должен ясно понимать, что экономика не сводится к математике, все гораздо сложнее. Хотя без математики представить современную экономику немыслимо.

Важна роль деловых игр. Или лучше их назвать имитационными. Преподаются основы международной игры «Дельта». Это одно из направлений привлечения студентов к творчеству в сфере математической экономики. Есть и другие направления – такие, например, как двойственность в экспертных системах, содержащих блоки синтеза оптимизации, распознавания и нейронных сетей. Одно из других направлений – реализация прецедентно-классификационного принципа в экономическом моделировании и оптимизации.

Хотя Европа для нас может представлять лишь ограниченный интерес для подражания – наша система образования (особенно в области математики) пока еще лучше, но тем не менее полезно заметить, что, например, в Германии преподаваемая экономика – это, на первый взгляд, сплошная математика.

В последнее десятилетие в науке и образовании в России появились новые акценты. И некоторые из них можно оценить как позитивные. Стало ясным, что оценка исследований и образования делается с прагматических позиций, с точки зрения реалий и потребностей. Явным стало давление фактора ограниченности ресурсов, более жесткими стали требования к обоснованию новых проектов, осознаются и внеученные ценности. Прагматизм общества делает осознание важности образования более прозрачным и многомерным. Все эти особенности еще более ярко проявляются на общем фоне становления информационной цивилизации.

Однако не следует целиком полагаться только на объективные процессы. Качественное образование основывается на личной активности преподавателей и студентов, оно имеет ярко выраженный субъективный характер. И у студентов необходимо воспитывать познавательную и творческую активность, самостоятельность в мышлении и принятии решений, и в связи с этим следует особо подчеркнуть принципиальное значение математики – она требует настоящего труда и практически несовместима с расплывчатыми рассуждениями и халтурой. Правильно поставленное обучение математическим дисциплинам ориентирует студентов на самостоятельное активное участие в выработке культурных ценностей и на строгое обоснование решений.

В заключение отметим громадную роль неустойчивости и хаоса в глобализирующейся экономике – это нас должно радовать как источник новых творческих задач.